

Aus der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Universität Marburg
Komm. Direktor: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. H.-J. Hering

ZUR PASSGENAUIGKEIT VON PORZELLANARBEITEN
IM HERKÖMMLICHEN UND IM PORZELLAN-PRESS-
VERFAHREN (DRÖGE)

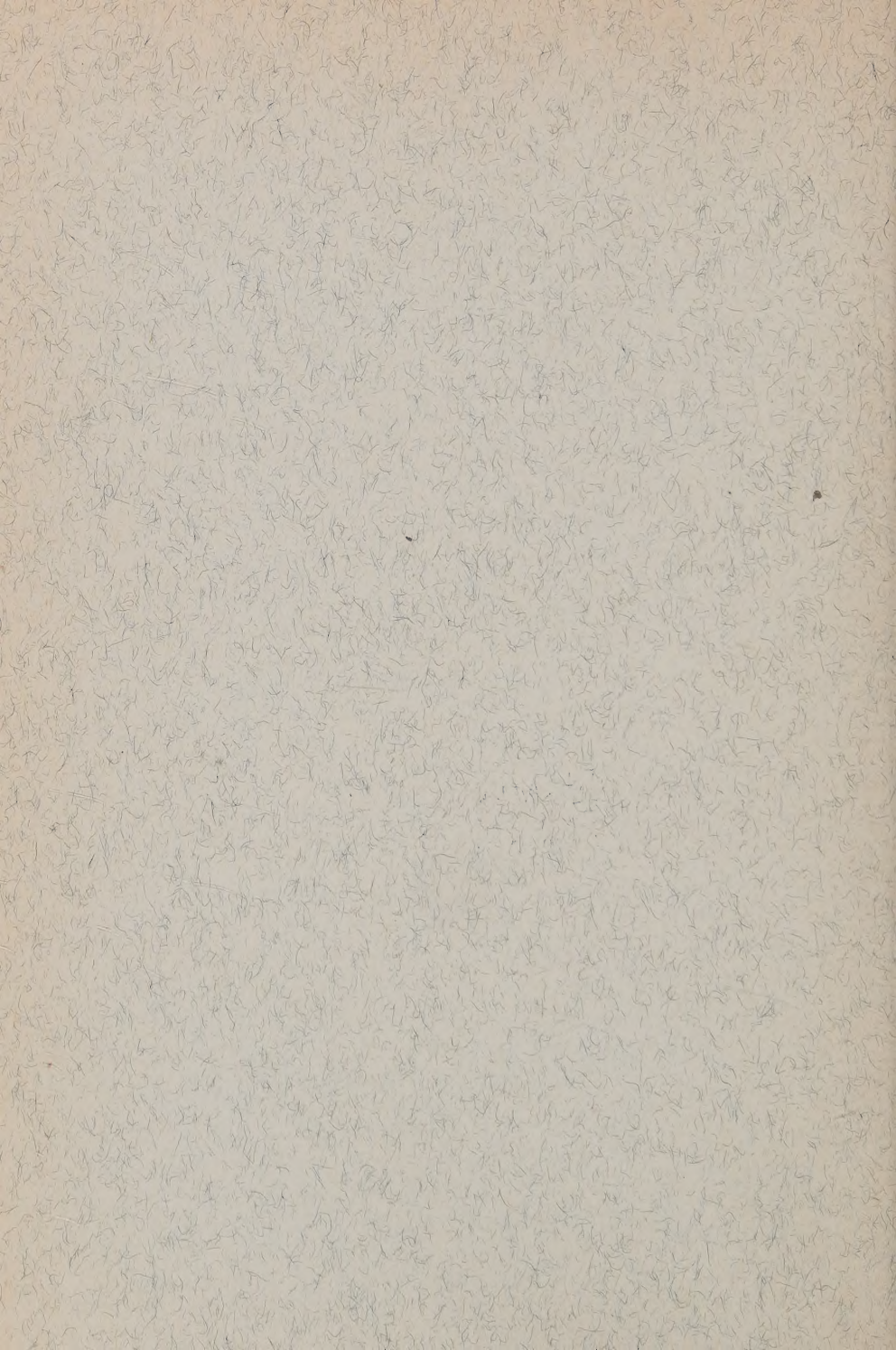
INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde

dem Fachbereich Humanmedizin
der Philipps-Universität Marburg
vorgelegt von ■■■

HEINZ JÜRGEN KURRECK
■■■
aus Offenbach (Main)

Marburg/Lahn 1974
■■■

Druck: Görlich & Weiershäuser, Marburg (Lahn)



Aus der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Universität Marburg
Komm. Direktor: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. H.-J. Hering

ZUR PASSGENAUIGKEIT VON PORZELLANARBEITEN
IM HERKÖMMLICHEN UND IM PORZELLAN-PRESS-
VERFAHREN (DRÖGE)

INAUGURAL - DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde

dem Fachbereich Humanmedizin
der Philipps-Universität Marburg
vorgelegt von

HEINZ JÜRGEN KURRECK

aus Offenbach (Main)

Marburg/Lahn 1974

Druck: Görich & Weiershäuser, Marburg (Lahn)



Als Dissertation angenommen vom Fachbereich Humanmedizin
der Universität Marburg am 17.9.1974.

gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs

Dekan: Prof. Dr. med. H. Oepen

Referent: Prof. Dr. med. dent. G. Janke

Korreferent: Prof. Dr. med. dent. H. Schnell



Digitized by the Internet Archive
in 2026

INHALT

	Seite
A. Die Problematik der Verwendung von Platin- folie bei der Herstellung von Porzellan- inlays und Jacketkronen	6
B. Brennverfahren und ihre für einen schlechten Randschluß bedeutsamen Fehlerquellen	7
1. Herkömmliche Brenntechnik auf Platinfolie	7
2. Das Brennen auf Einbettmasse (ohne Platinfolie)	12
3. Das Porzellan-Preß-Verfahren (DRÖGE-Verfahren)	13
4. Der elektrische Porzellanschleuderguß (Elguß)	14
5. Der Porzellanguß nach KAISER	14
C. Material und Methodik	15
1. Arbeitsmodelle	15
2. Herstellung der Kronen und Inlays im Porzellan-Preß-Verfahren	16
3. Herstellung der auf Platinfolie gebrannten Kronen	22
4. Messung der Spaltbreite	23
5. Durchführung und Auswertung der Versuche	24
D. Ergebnisse	25
E. Diskussion	33
F. Zusammenfassung	42
G. Literaturverzeichnis	44

A. Die Problematik der Verwendung von Platinfolie bei der Herstellung von Porzellaninlays und Jacketkronen

Seit um 1880 die ersten Porzellanbrandfüllungen und zu Beginn des zwanzigsten Jahrhunderts die ersten Porzellanmantelkronen hergestellt wurden, hat die Platinfolie als Brennunterlage kaum an Bedeutung verloren. Lediglich bei der Herstellung von Porzellaninlays hat sich das Brennen auf Einbettmasse durchsetzen können.

HUNKIRCHEN²⁷, ILG²⁹, KINZER³⁶, SOUTHAN und DREYER JØRGENSEN⁴⁴ und WITTNER⁴⁵ messen der Platinfolie als Fehlerquelle eine besondere Bedeutung bei, wie auf den nachfolgenden Seiten ausgeführt wird. Die von DRÖGE entwickelte Porzellan-Preß-Technik stellt eine Modifikation des Brennens auf Einbettmasse, also ohne Verwendung der Platinfolie, dar. Da mit ihr nach DRÖGE^{12/13} und GEYER¹⁹ eine gute Paßgenauigkeit und ein guter Randschluß erreicht werden können, soll sich die vorliegende Arbeit mit der Messung der Randspalten bei Porzellaninlays und Jacketkronen im Porzellan-Preß-Verfahren bzw. bei auf Platinfolie gebrannten Jacketkronen befassen.

Diese Untersuchung erschien mir besonders angebracht, da ich bei meinem Literaturstudium kaum Angaben über gemessene Spaltbreiten fand.

B. Brennverfahren und ihre für einen schlechten Randschluß bedeutsamen Fehlerquellen

1. Herkömmliche Brenntechnik auf Platinfolie

a) Bei Jacketkronen

Bei der Verarbeitung von Porzellanmassen spielt der beim Brennen auftretende Volumenverlust eine entscheidende Rolle. Es ist verständlich, daß sich diese Schwindung unter Umständen ungünstig auf die Paßform auswirken kann.

HELLER²² unterscheidet

1. eine Trockenschwindung, die auf dem Verdunsten der Anrührflüssigkeit während des Vorwärmens beruht. Zusätzlich brennen die organischen Substanzen aus, die der Plastizität wegen den kaolinarmer Menschen beigefügt sind.

und 2. eine Brennschwindung, die ein "Dichtbrennen der aufgetragenen Massen" darstellt, wobei sich die anfangs vorhandenen Poren bis zum Sinterungsstadium immer mehr verkleinern. "Ist nun ein gewisser Grad der Sinterung eingetreten, so hört der Volumenverlust auf."

Der Volumenverlust beträgt nach Angabe des erwähnten Autors²² bis zu 50 %. ILG^{30/31} maß Werte bis etwa 45 %, wobei sich die Schrumpfung in verschiedenen Richtungen vollziehe:

1. zur größten Masse hin
2. zur Platinmatrize hin
3. in Richtung der größten Wärme
4. nach der Schwerkraft.

Außerdem konnte er den Einfluß der Vibration beim Auftragen der Porzellanmasse nachweisen: Vibriertes Porzellan schwindet weniger als nicht vibriertes.

Die Verwendung von Platinfolie bringt eine zusätzliche Gefahr von Ungenauigkeiten mit sich (SOUTHAN und DREYER JØRGENSEN⁴⁴:

1. Eine schlechte Adaptation beim Anrotieren kann Falten und Risse verursachen.
2. Die Falzstelle wirkt sich negativ auf den Randschluß aus. Auch ILG²⁹ sieht hier "eine Lücke im sonst guten Randschluß der Krone", da an dieser Stelle vier Schichten Platinfolie übereinanderliegen. Unter Berücksichtigung der Überlegung von HILTEBRANDT²⁴, daß sich die Krone nach Entfernen der Platinfolie um die Stärke der Folie "höher" auf den Stumpf aufschieben läßt, verbleibt an der Falzstelle ein Randspalt von mindestens dreifacher Folienstärke.
3. Beim Anpolieren der Folie ist eine Beschädigung des Arbeitsmodells (Gipsstumpf) möglich.
4. Die Folie kann durch die Schrumpfung der Porzellanmassen während des Brennvorgangs von der Schulter abgehoben werden, worauf auch RING⁴¹ hinweist.

Außer durch die genannten Fehlerquellen kann nach HILTEBRANDT^{24/25} eine auf Platinfolie gebrannte Jacketkrone normalerweise keinen zirkulär gleichmäßig exakten Randschluß aufweisen, sondern bestenfalls in vier engen Bereichen auf der Stufe aufsitzen. Dies läßt sich an folgenden Beispielen erklären: Nach Entfernen der Folie kann die Jacketkrone um die Stärke der Platinfolie "höher" auf den Stumpf aufgeschoben werden (s.o.). Liegt nun die Stufe in einer Ebene, so wird die Krone die Stufe im gesamten Umfang berühren (s. Abb. 1a). Muß jedoch die zervikale Stufe wie in Abb. 1b dargestellt, präpariert werden, wird beim Einsetzen der Krone an der schraffiert eingezeichneten Fläche ein Randspalt von Folienstärke resultieren, da diese Fläche parallel zur Aufschubrichtung liegt. Ein exakter Randschluß ist also nur an denjenigen Flächen zu erzielen, die senkrecht zur Aufschubrichtung liegen. Da sich die Zirkumferenz der Stufe bei einem natürlichen, präparierten Zahnstumpf meist nicht in einer Ebene befindet, sondern eine geschwungene Bogenlinie darstellt, kann die Krone nur an den interapproximal tiefsten sowie den palatinal und labial höchsten Stellen auf der Stufe aufsitzen, so daß an den in Abb. 1c schraffiert dargestellten Flächen ein Randspalt $> 0 \mu\text{m}$ (Folienstärke zu erwarten ist.

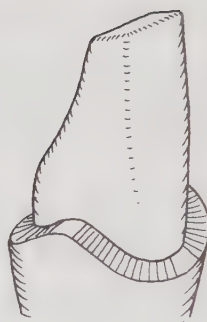
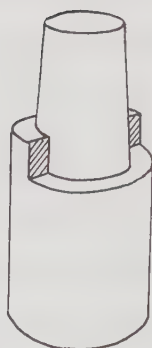
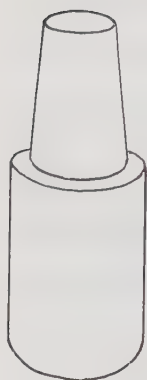


Abb. 1 a

Abb. 1 b

Abb. 1 c

Abb. 1 a - c: Die schraffierten Flächen an der zervikalen Stufe zeigen, an welchen Stellen Randspalten zu erwarten sind. Eine auf Platinfolie gebrannte Jacketkrone kann die Stufe nur an den nicht schraffierten Flächen berühren. Ein exakter Randschluß ist demnach nur dann möglich, wenn die gesamte Zirkumferenz der Stufe in einer Ebene liegt.

Weiterhin kann das Auftreten von Federrändern Spalten zwischen der Jacketkrone und dem Zahnstumpf hervorrufen, da bei der Korrektur durch Schleifen leicht feinste Porzellanteilchen abplatzen.

Nach GUTOWSKI ist "eine Porzellanmantelkrone mit Federrand ... nicht verbesserungsfähig und unbrauchbar."²¹ Andererseits empfiehlt KINZER³⁶ ein Abschleifen mit feinem Stein oder Sandpapierscheibe.

FEHR¹⁶ hält eine Bearbeitung mit einer feinen Sandpapierscheibe grundsätzlich für erforderlich, da der sonst scharfe Kronenrand gingivale Reizerscheinungen hervorrufen könne. Nach ZEIDLER⁴⁶ sind Sprünge am Rand der Schleiffläche ausschließlich eine Folge der Erhitzung und können bei Verwendung der von VITA entwickelten Softsteine verhindert werden.

b) Bei Porzellaninlays

Die Indikation erstreckt sich hauptsächlich auf einflächige Kavitäten (Zahnhalss-, evtl. auch Fissurenkavitäten). Für mehrflächige Kavitäten werden sie von vielen Autoren (BEHRMANN³, BREUSTEDT⁵, JENTZSCH³⁴, REICH³⁹) als kontraindiziert angesehen, sei es wegen des verhältnismäßig schlechten Randschlusses oder aber wegen der relativ geringen Belastbarkeit beim Kauakt.

Die Kavitätenpräparation hat zur Verringerung der Bruchgefahr nicht nur tiefer zu erfolgen als bei vergleichbaren Goldgußfüllungen (BREUSTEDT⁵), es müssen auch Federränder unter allen Umständen vermieden werden, da dünne Porzellanteilchen infolge der Sprödigkeit des Materials leicht abplatzen (RING⁴²).

Scharf ausgeprägte Winkel sind bei der Präparation zu vermeiden, da das Porzellan wegen seiner Schrumpfungsnegung das Bestreben hat, sich beim Sintern aus diesen Winkeln zurückzuziehen, so daß ein kleiner Randspalt entsteht (HILL²³, ILG²⁸, RING⁴²). Um diese Schwindungsnegung beim Brennen auszugleichen und somit das Auftreten zirkulärer Randspalten zu verhindern, wird die Berücksichtigung des "zentralen Schwindungszentrums

nach HOVESTAD" von ILG³² und RING⁴² empfohlen, wobei ein dreibis fünfmaliges Auftragen und Brennen der Massen nötig ist. Auch das Brennen mit zwei Schwindungszentren ("Prinzip der Halbseitenfüllung") ist möglich (RING⁴²) und soll nach ILG³² die Schwindungsneigung noch besser ausgleichen.

Neben der Schwindungsneigung wird die Verwendung von Platinfolie auch bei der Inlayherstellung als weitere Fehlerquelle angesehen (KINZER³⁶, RING⁴²). Die von SOUTHAN und DREYER JØRGENSEN⁴⁴ (s. B. 1a) im Hinblick auf Jacketkronen gemachten Feststellungen dürften hier sinngemäß gelten. Nach HUNKIRCHEN²⁷ zeigt sich in der Peripherie der Füllung ein Spalt in der Stärke der Folie, wogegen nach Ansicht von FEHR¹⁶ der Spalt dadurch ausgefüllt wird, daß das Inlay nach Entfernen der Folie um den Betrag der Folienstärke in die Kavität sinkt.

Um Fehler zu verhindern, die durch eine Verformung der Platinfolie entstehen können, brennt GARDNER¹⁸ auf Platinfolie, die mit Einbettmasse verstärkt ist.

2. Das Brennen auf Einbettmasse (ohne Platinfolie)

Bei der Herstellung von Jacketkronen auf "Neo-Brillat" konnte HINTENBERGER-SCHMIDTMANN²⁶ gute Ergebnisse verzeichnen. SOUTHAN und DREYER JØRGENSEN⁴⁴ empfehlen das Brennen auf "Deguvest HFG". Neben der Schwindung des Porzellans (s.o.) können hier an Stelle von Ungenauigkeiten durch die Folie Fehler mit der Verwendung der Einbettmasse auftreten:

Die Expansion kann ungleichmäßig verlaufen (BEECK² und DREYER JØRGENSEN⁷). Weiterhin können kleine Einbettmasse-
teilchen absplittern (ILG³¹).

Zum Brennen von Inlays verwenden ILG^{28/32} und HUNKIRCHEN²⁷ "Brillat" bzw. "Neo-Brillat". Zur Paßgenauigkeit bemerkt letzterer, daß der Randschluß nie so gut sein könne wie der eines Goldinlays oder plastischer Füllmaterialien²⁷.

Schließlich gibt WITTNER⁴⁵ ein modifiziertes Verfahren an, indem er die Einbettmasse mit kolloidalem, in ätherischen Ölen gelösten Platin überzieht.

3. Das Porzellan-Preß-Verfahren (DRÖGE-Verfahren)

Das Porzellan-Preß-Verfahren (siehe auch Teil C) ähnelt demjenigen zur Herstellung von Kunststoffmantelkronen: Das Werkstück wird in Wachs modelliert und in eine spezielle Kuvette eingebettet. Nach Ausbrühen des Wachses erfolgt das Auffüllen der Einbettmassehohlform mit Porzellanmasse im Überschuß. Die Masse in der Kuvette wird in einem speziellen Preßofen bis zum Hochglanz gebrannt; dann preßt man beide Kuvettenhälften zusammen. Nach dem Ausbetten des abgekühlten Werkstückes und Entfernen der Preßfahne erfolgt die Ausarbeitung mit Silentsteinchen. Für den abschließenden Glanzbrand ist ein Auffüllen des Kronen- bzw. Inlayinneren mit Einbettmasse erforderlich (GEYER¹⁹, DRÖGE^{11/12/13}).

Zu den beim Brennen auf Einbettmasse schon erwähnten Fehlerquellen (S. B. 2) kommen hier noch diejenigen hinzu, die auf der Verwendung des Wachses beruhen. Nach RIEDEL⁴⁰ und BEECK² kann die lineare Kontraktion beim Abkühlen des Wachses bis 1 % betragen. Außerdem sind Deformierungen beim Abziehen vom Stumpfmodell möglich (JANKE³³, ELSNER-HAHN¹⁵).

4. Der elektrische Porzellanschleuderguß (Elguß)

Der Porzellanschleuderguß stellt eine dem Porzellan-Preß-Verfahren insofern verwandte Technik dar, als auch hier eine Einbettmassehohlform verwendet wird. Bei diesem Verfahren wird die bis zum Schmelzfluß erhitzte Porzellanmasse mit Hilfe eines eigens zu diesem Zwecke konstruierten Schleuderofens - ähnlich wie beim Metallguß - in die Einbettmasseform geschleudert.

Die Paßgenauigkeit der gegossenen Porzellanfüllungen sei hervorragend (FRITZSCHE¹⁷). Nach AHRENDT¹ paßt "die mit Elguß hergestellte Porzellanfüllung ... genau so vollkommen wie die gegossene Metallfüllung".

5. Der Porzellanguß nach KAISER

Der Porzellanguß nach KAISER³⁵ ähnelt im Prinzip dem Porzellanschleuderguß; allerdings wird das Porzellan hierbei durch Anlegen eines Vacuums in die Form 'gesaugt'.

Die resultierenden Keramikarbeiten seien jedoch zu rauh und nicht dicht genug; auch sei die Farbabstufung mangelhaft (GRAWINKEL²⁰).

C. Material und Methodik

Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Überprüfung des Randspaltes bei gepreßten Porzellanmantelkronen und -Inlays (DRÖGE-Verfahren) im Vergleich zu Jacketkronen, die auf Platinfolie gebrannt wurden.

Um mich mit dem DRÖGE-Verfahren vertraut zu machen, besuchte ich einen Lehrgang des Autors in Tilburg (Holland). Im Anschluß führte ich in der Prothetischen Abteilung der Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten in Marburg an der Lahn zunächst etwa zwanzig Probebrände durch, um etwaige Fehlerquellen auszuschalten, die auf mangelnder Vertrautheit mit der Technik hätten beruhen können.

1. Arbeitsmodelle

Als Arbeitsmodelle dienten zwei Hartmetallstümpfe (Chrom-Kobalt-Molybdän-Legierung), von denen der eine eine Jacketkronenpräparation (s. Abb. 2) für einen oberen ersten Incisivus, der andere eine Inlaypräparation (MOD-Präparation nach BLACK mit labialer und palatinaler Kaukante, s. Abb. 3) für einen oberen Prämolaren aufwies. Bei der Inlaypräparation wurden sämtliche Winkel stark abgerundet, da diese einen schlechten Rand-schluß bedingen können. Um möglichst praxisnahe Voraussetzungen zu schaffen, wählte ich Form und Größe entsprechend der von natürlichen, präparierten Zahnstümpfen und verzichtete auf eine drehrunde, zylinderförmige 'Kronenpräparation', wie sie z.B. auch ELSNER-HAHN¹⁵ verwendet hat.

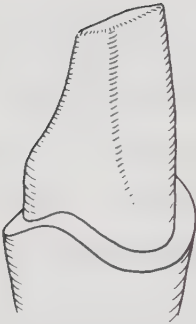


Abb. 2: Präparation für
Jacketkronen

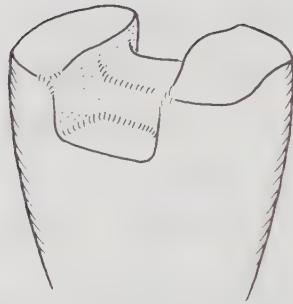


Abb. 3: Inlaypräparation

2. Herstellung der Kronen und Inlays im Porzellan- Preß-Verfahren

a) Wachsmodellation

Die Metallstümpfe wurden mit "Isolit" isoliert, der Überschuß behutsam abgeblasen.

Bei Inlays wird auf Empfehlung von DRÖGE¹³ Platinfolie unterlegt, die in der Stärke von 0,027 mm gewählt wurde. Beim Anrotieren müssen die Präparationsränder freigelassen werden, um einen exakten Randschluß zu gewährleisten: die Platinfolie endet etwa 1,5 mm vom Rand entfernt. Nun erfolgte die Modellation

in weißem "Prepon-Wachs", wobei Übermodellieren peinlichst vermieden wurde.

Für die Herstellung von Jacketkronen empfiehlt DRÖGE¹³ vorgefertigte Wachskronen (Firma DRÖGE-DENTAL), die auch hier zur Anwendung kamen. Das Kroneninnere muß mit rosa Modellierwachs aufgefüllt werden. Nach Aufdrücken auf den Stumpf korrigiert man den Kronenrand mit einem Modellierinstrument und überprüft auf eventuelle Federränder (Lupe!).

Das Abziehen des Wachsmodells geschah mit Hilfe nur eines angeschmolzenen dünnen Drahtstiftes, da ELSNER-HAHN¹⁵ auf die Gefahr der Deformierung bei Verwendung von zwei Drahtstiften hinweist.

Das Wachs wurde nach den Forderungen von DREYER-JØRGENSEN⁸ nur wenig über den Erweichungspunkt hinaus erhitzt, um die von RIEDEL⁴⁰ und BEECK² beschriebene lineare Kontraktion beim Abkühlen (bis 1 %) zu verringern.

Bei der Modellation der Inlays bevorzugt auch BONSACK⁴ ein Einbringen des Wachses in die Kavität unter Druck, da dieses so am wenigsten zur Verformung neigt.

Die Einbettung erfolgte im Sinne von DREYER-JØRGENSEN⁸ sofort nach der Modellation.

b) Einbettung

Wie sich bei den Vorversuchen zeigte, mußte nach Benetzen der Wachsmodelle mit "Waxit" der Überschuß vorsichtig weggeblasen werden, da durch "Waxit" Schädigungen der Einbettmasse in der

Weise entstanden, daß die Einbettung beim Ausbrühen erodierte und langsam zerbröckelte.

Das Kronen- bzw. Inlayinnere wurde mit Einbettmasse von dickflüssiger Konsistenz ("DRÖGE-INVESTMENT" mit Spezialflüssigkeit) aufgefüllt. Zur Verstärkung war das Einbringen eines kurzen 0,7 mm starken Drahtstiftes (bei Inlayeinbettung U-förmig) erforderlich (s. Abb. 4 und 5), da anderenfalls bereits beim Ausbrühen Einbettmasse Teile abbrachen.

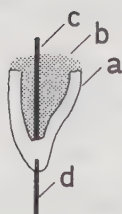


Abb. 4: In Wachs modellierte Jacketkrone, mit Einbettmasse aufgefüllt. a Wachsmodellation, b Einbettmasse, c Drahtverstärkung, d Drahtstift zum Abziehen und Halten des Wachsmodells

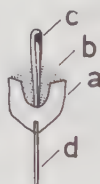


Abb. 5: In Wachs modelliertes Inlay, mit Einbettmasse aufgefüllt. a Wachsmodellation, b Einbettmasse, c U-förmige Drahtverstärkung, d Drahtstift zum Abziehen und Halten des Wachsmodells

Nach fünfzehnminütigem Aushärten konnte die vertikale Einbettung (s. Abb. 6) in die mit Asbest ausgekleidete, auf den Einbetträger gestellte untere Kuvettenhälfte erfolgen, wobei diesmal das "DRÖGE-INVESTMENT" mit Wasser angerührt werden mußte (Mischungsverhältnis Einbettmasse : Wasser = 10 : 1). Die Herstellerfirma (FRANKONIA-DENTAL) gibt für "DRÖGE-INVESTMENT" eine Abbindeexpansion von 0,9 % und eine thermische Expansion von 1,2 % an. Vor dem Gießen des Konters (Asbestauskleidung!) wird die untere Kuvettenhälfte unter Aussparung des eingebetteten Werkstückes mit einer Zinnfolie isoliert. Nach erneutem Aushärten brüht man in einem temperierten Wasserbad behutsam aus. Wegen der geringen Härte der Einbettmasse kann auf keinen Fall unter scharfem Wasserstrahl ausgebrüht werden.

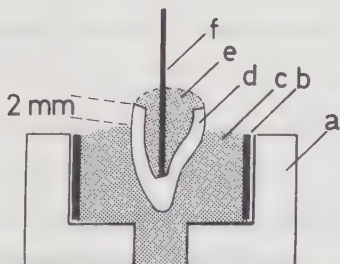


Abb. 6: Vertikale Einbettung. a untere Kuvettenhälfte, b Asbeststreifen, c Einbettmasse, d Wachsmodell, e Einbettmasse im Kroneninneren, f Drahtverstärkung

c) Auftragen und Brennen der Porzellanmassen

DRÖGE¹³ gibt für sein Verfahren die Benutzung von VITADUR-A-Porzellanmassen an, die mit destilliertem Wasser anzurühren und unter Vibrieren mit einem Modellierinstrument aufzutragen sind.

Bei Jacketkronen wird Kernmasse gleichmäßig bis zur Schulter unter Freilassen derselben aufgetragen, wobei Verletzungen der Einbettmasse unbedingt zu vermeiden sind.

Die weiteren Arbeitsgänge sind:

- zehnminütiges Trocknen über dem Bunsenbrenner
- fünfminütiges Vorwärmen im Preßofen (P.O.C. A, s. Abb. 7) bei 400°C
- Brennen bis 1020°C
- abkühlen lassen und dann kurz in Wasser einlegen
- Auffüllen der entstandenen Risse und Spalten mit Porzellanmasse
- Schulter und Kern kegelförmig mit Dentinmasse bedecken
- obere Küvettenhälfte im Überschuß mit Schneide- und Dentinmasse auffüllen (Vibrieren!)
- beide Küvettenhälften auf den Küvettenträger setzen (s. Abb. 8) und zehn Minuten über dem Bunsenbrenner trocknen
- fünf Minuten im Preßofen bei 400°C vorwärmen
- bis 1020°C brennen
- bei Hochglanz langsam pressen.

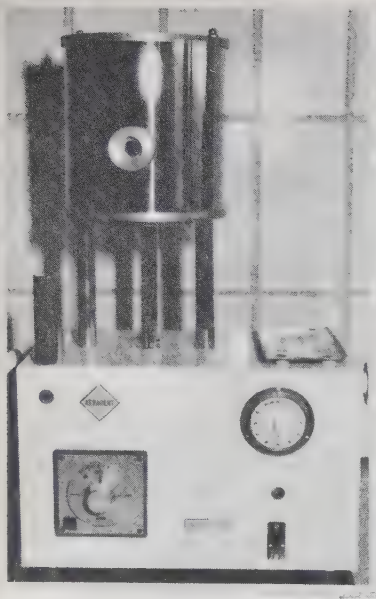


Abb. 7: Preßofen P.O.C. A

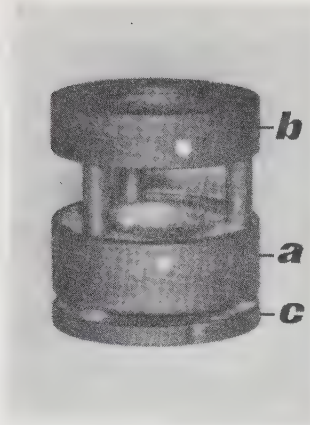


Abb. 8: Kuvette (leer) auf Kuvettenträger. a untere Kuvettenhälfte, b obere Kuvettenhälfte, c Kuvettenträger

Bei Porzellaninlays werden Kern-, Dentin- und Schneidmassen in einem Arbeitsgang nacheinander aufgetragen und lediglich ein Brand durchgeführt.

Die Werkstücke befreit man nach dem langsamen Abkühlen mit Bürstchen und Modellierinstrument von Einbettmasse; die Entfernung der Platinfolie aus den Inlays erfolgt mit Hilfe einer spitzen Pinzette. Die Preßfahne und die trotz aller Sorgfalt bisweilen noch entstandenen Federränder werden vorsichtig mit einem Silentsteinchen beseitigt. Ein Absplittern von Porzellanteilchen ist durch vorsichtiges Beschleifen ohne Druckanwendung

zu verhindern. Die weitere Ausarbeitung geschieht mittels Silentsteinchen und feiner Sandpapierscheiben.

Zum Glanzbrand wird das Innere der Kronen bzw. Inlays mit dünn angerührtem "Deguvest L" blasenfrei ausgefüllt, der Randschluß ebenfalls mit Einbettmasse bestrichen. Der Brand erfolgt bei 1010°C bis zum Hochglanz.

3. Herstellung der auf Platinfolie gebrannten Kronen

Die im bekannten herkömmlichen Verfahren im Vacuum gebrannten Jacketkronen wurden unter Verwendung der Biodent- 1000°C -Masse ("De Trey's NBK 1000") und 0,027 mm starker Platinfolie vom zahntechnischen Laboratorium der Marburger Klinik angefertigt. Auch diese Kronen wurden zwecks Vermeidung weiterer Fehlerquellen ohne Zwischenschaltung eines Abdruckes und eines Arbeitsmodelles hergestellt, d.h. die Folie wurde direkt auf dem Metallstumpf anrotiert. Die Falzstelle lag approximal. Ich nahm davon Abstand, die Kronen selbst herzustellen, da nur ein jahrelanges Arbeiten mit dieser verhältnismäßig diffizilen Methode eine optimale Präzision gewährleistet und ausschließlich die bei ausreichender Vertrautheit mit dem Verfahren erzielten Resultate untersucht werden sollten. Demgegenüber wird im DRÖGE-Verfahren die maximale Genauigkeit bei Beachtung aller Verarbeitungsregeln schon nach relativ kurzer Zeit erreicht.

4. Messung der Spaltbreite

Der Randschluß der in beiden Verfahren hergestellten Kronen sowie der gepreßten Inlays wurde durch Messung des Spaltes geprüft, der sich nach Aufsetzen auf den Stumpf zwischen Präparationsgrenze und Kronen- bzw. Inlay-Rand zeigte. Die Messungen erfolgten mit dem Meßmikroskop von Leitz an jeweils zehn auf dem Stumpf markierten Meßpunkten.

Damit die Breite des Randspaltes an diesen Meßpunkten bei allen Prüfkörpern unter demselben Aufsichtswinkel von 90° gemessen werden konnte, wurde der Wurzelteil der beiden Stümpfe gemäß der Methodik von ELSNER-HAHN¹⁵ mit einem zehneckigen Hartgipsmantel versehen (s. Abb. 9). Die zehn Flächen des Gipsmantels mußten einzeln auf einem Sandpapierblatt so eingeschliffen werden, daß die Meßebeane jeweils senkrecht zur optischen Achse lag.

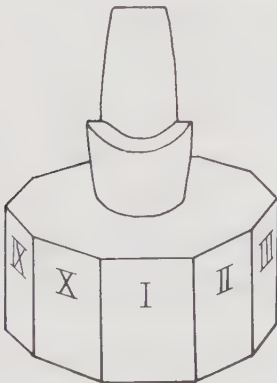


Abb. 9: Metallstumpf mit Hartgipssockel. (In Anlehnung an ELSNER-HAHN, W.¹⁵)

5. Durchführung und Auswertung der Versuche

Es wurden je 16 Kronen und Inlays im Porzellan-Preß-Verfahren sowie sechs Kronen auf Platinfolie nach der zuvor beschriebenen Methodik angefertigt. Auf die Anfertigung einer Versuchsreihe von in herkömmlicher Technik auf Platinfolie gebrannten Inlays zu Vergleichsmessungen wurde verzichtet, da dreiflächige Inlays mit Kaukante in dieser Technik ohnehin als kontraindiziert gelten (BEHRMANN³, BREUSTEDT⁵, JENTZSCH³⁴, REICH³⁹).

Die statistische Überprüfung der Ergebnisse, die für den Vergleich der in beiden Verfahren hergestellten Kronen wichtig waren (minimale und maximale Meßwerte sowie Mittelwerte), geschah mit Hilfe des von MANN und WHITNEY entwickelten U-Testes⁶.

D. Ergebnisse

1. Vergleich der Breite des Randspaltes bei Porzellanmantelkronen im DRÖGE-Verfahren und im herkömmlichen Verfahren

Im DRÖGE-Verfahren hergestellte Kronen zeigen sowohl bezüglich der mittleren Spaltbreite ($34,41 \mu\text{m}$), der kleinsten gemessenen Spaltbreite ($3 \mu\text{m}$) und der größten gemessenen Spaltbreite ($104 \mu\text{m}$) die besten Ergebnisse (s. Tabelle 1 und graphische Darstellung 4).

Bei den auf Platinfolie gebrannten Jacketkronen beträgt die mittlere Spaltbreite $43,95 \mu\text{m}$, die kleinste Spaltbreite $12 \mu\text{m}$ und die größte Spaltbreite $125 \mu\text{m}$ (s. Tabelle 2, graphische Darstellung 4).

Ein mit Hilfe des U-Testes angestellter statistischer Vergleich beider Verfahren ergab, daß Mittelwerte und Minima der bei den einzelnen Kronen im Porzellan-Preß-Verfahren gemessenen Spaltbreiten sich bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $< 5 \%$ signifikant von den Mittelwerten und Minima beim herkömmlichen Verfahren unterscheiden. Die maximalen Spaltbreiten unterscheiden sich nicht signifikant.

2. Vergleich der Spaltbreiten-Mittelwerte an den einzelnen Meßpunkten bei herkömmlichen Jacketkronen (s. graph. Dar. 1)

a) Die Spaltbreiten sind an den einzelnen Meßpunkten unterschiedlich.

b) Die Spaltbreiten an der Falzstelle (Meßpunkt 10) sind am größten (durchschnittlich $81,5 \mu\text{m}$).

c) Die Spaltbreiten sind an den approximal tiefsten Meßpunkten 4 und 9 sowie an der labial höchsten Meßstelle 1 deutlich geringer, an dem palatinal höchsten Meßpunkt 7 geringfügig kleiner als an den umgebenden Meßpunkten.

3. Vergleich der Spaltbreiten-Mittelwerte an den einzelnen Meßpunkten bei Jacketkronen im Porzellan-Preß-Verfahren (s. graph. Darst. 2)

a) Die Spaltbreiten sind an den einzelnen Meßpunkten unterschiedlich.

b) Die für die approximal tiefsten Meßpunkte 4 und 9 sowie den labial (1) und palatinal (7) höchsten Meßpunkt . o.a. Feststellungen trifft hier nicht zu.

4. Die Spaltbreiten bei im Porzellan-Preß-Verfahren hergestellten Inlays (s. Tab. 3)

Größte gemessene Spaltbreite 215 μm

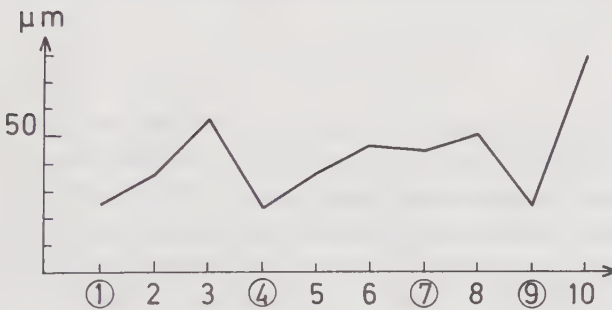
Kleinste gemessene Spaltbreite 17 μm

Mittlere Spaltbreite 76,58 μm

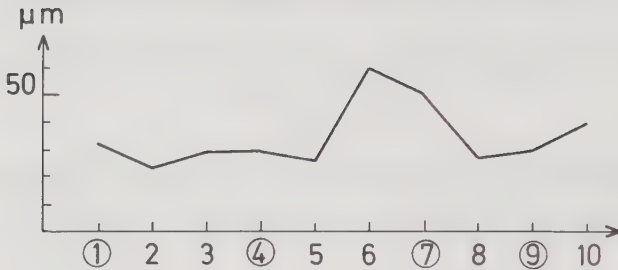
Diese Werte liegen somit wesentlich ungünstiger als die für Jacketkronen, gleichgültig, ob sie auf Platinfolie oder im DRÜGE-Verfahren hergestellt wurden (s. graph. Darst. 4).

5. Vergleich der Spaltbreiten-Mittelwerte an den einzelnen Meßpunkten bei gepreßten Porzellaninlays (s. graph. Darst. 3)

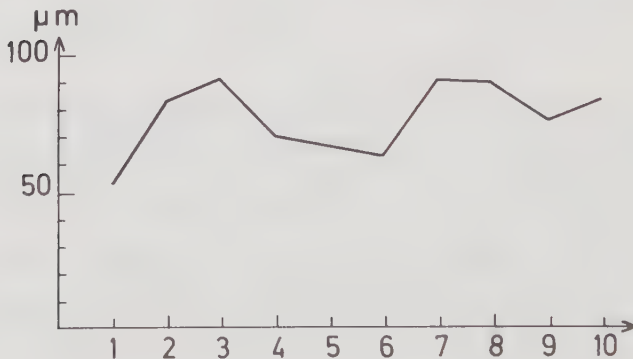
- a) Die Spaltbreiten sind an den einzelnen Meßpunkten verschieden.
- b) Die Spaltbreiten sind im Kauantenbereich besonders groß.
- c) Approximal sind die Werte relativ geringer.



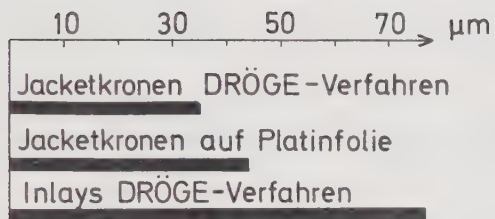
Graph. Darst. 1: Mittelwerte der Spaltbreiten an den einzelnen Meßpunkten bei auf Platinfolie gebrannten Jacketkronen. Ordinate: Spaltbreiten in μm . Abszisse: Meßpunkte. Meßstelle 1: labial höchster Meßpunkt, Meßstelle 4 und 9: approximal tiefste Meßpunkte, Meßstelle 7: palatinal höchster Meßpunkt, Meßpunkt 10: Falzstelle



Graph. Darst. 2: Mittelwerte der Spaltbreiten an den einzelnen Meßpunkten bei im Porzellan-Preß-Verfahren hergestellten Jacketkronen. Ordinate: Spaltbreiten in μm . Abszisse: Meßpunkte. Meßstelle 1: labial höchster Meßpunkt; Meßstelle 4 und 9: approximal tiefste Meßpunkte; Meßstelle 7: palatinal höchster Meßpunkt.



Graph. Darst. 3: Mittelwerte der Spaltbreiten an den einzelnen Meßpunkten bei im Porzellan-Preß-Verfahren hergestellten Inlays. Ordinate: Spaltbreiten in μm . Abszisse: Meßpunkte. Meßstellen 1, 4, 5, 6, 9 und 10: approximale Meßpunkte; Meßstellen 2, 3, 7 und 8: Meßpunkte im Kauantenbereich



Graph. Darst. 4: Mittlere Spaltbreiten bei im DRÖGE-Verfahren hergestellten Porzellaninlays und -Kronen sowie bei auf Platinfolie gebrannten Jacketkronen

Lfd.Nr. der Krone	M										Mittel- wert
	1	2	e	β	p	u	n	k	t	e	
			3	4	5	6	7	8	9	10	
1	29	11	51	59	19	34	23	21	26	27	30,0
2	61	53	63	35	29	78	46	23	18	34	44,0
3	33	18	42	12	6	39	80	22	29	12	29,3
4	78	32	47	14	27	60	40	47	48	53	44,6
5	48	49	27	49	6	12	70	9	47	70	38,7
6	35	17	7	20	21	82	58	22	22	19	30,3
7	6	13	3	17	21	50	54	38	7	103	31,2
8	16	19	13	28	24	98	44	5	33	33	31,3
9	44	10	13	31	24	71	56	33	32	40	35,4
10	16	15	17	32	34	95	25	15	14	37	30,0
11	36	10	57	43	23	48	43	23	38	25	34,6
12	24	21	28	25	13	53	81	16	40	45	34,6
13	16	9	25	19	33	39	37	41	21	46	28,6
14	17	56	9	33	16	104	44	24	52	32	38,7
15	31	18	32	34	63	41	52	63	21	18	37,3
16	21	15	33	14	47	46	60	19	29	36	32,0
Mittelwerte	31,94	22,88	29,19	29,06	25,38	59,38	50,81	26,31	29,81	39,38	34,41

Tabelle 1: Spaltbreiten bei Jacketkronen (DRÖGE-Verfahren) an den verschiedenen Meßpunkten (Angaben in μm)

Größte Spaltbreite: 104 μm
 Kleinste Spaltbreite: 3 μm
 Mittlere Spaltbreite: 34,41 μm

Lfd.Nr. der Krone	M e ß p u n k t e										Mittel- wert
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	33	69	125	16	25	61	54	50	19	57	50,9
2	20	50	37	26	31	47	57	44	33	92	43,7
3	29	42	32	12	33	23	20	31	12	68	30,2
4	18	48	44	35	62	64	67	67	59	104	56,8
5	23	30	53	21	42	53	16	58	13	102	41,1
6	22	37	51	34	30	36	60	55	19	66	41,0
Mittelwerte	24,17	36,00	57,00	24,00	37,17	47,33	45,67	50,84	25,84	81,50	43,95

Tabelle 2: Spaltbreiten bei auf Platin-
folie gebrannten Jacketkro-
nen an den verschiedenen
Meßpunkten (Angaben in μm)

GröÖte Spaltbreite: 125 μm
Kleinste Spaltbreite: 12 μm
Mittlere Spaltbreite: 43,95 μm

Lfd.Nr. des Inlays	M										Mittel- wert
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	25	65	69	56	71	55	125	125	64	37	69,2
2	35	72	148	104	116	54	112	71	86	121	91,9
3	32	87	86	77	41	94	109	112	60	75	77,3
4	59	142	122	54	91	17	98	62	54	89	78,8
5	48	83	215	110	59	136	174	137	67	69	109,8
6	57	107	52	55	26	28	62	68	33	50	53,8
7	43	72	65	82	33	28	45	37	66	111	58,2
8	49	42	56	43	82	83	34	51	72	33	54,5
9	41	64	49	52	44	24	26	46	60	53	45,9
10	88	58	156	57	70	49	60	126	92	144	90,0
11	87	82	65	66	62	64	68	98	113	111	81,6
12	36	72	99	51	124	38	50	48	97	22	63,7
13	71	113	53	74	55	41	89	72	97	59	72,4
14	39	122	46	101	27	40	155	143	33	25	73,1
15	26	87	125	69	75	72	119	99	107	208	98,7
16	114	63	55	67	84	178	142	136	109	115	106,3
Mittelwerte	53,13	83,19	91,31	69,88	66,25	62,56	91,75	89,44	75,63	82,63	76,58

Tabelle 3: Spaltbreiten bei Inlays (DRÖGE-Verfahren) an den verschiedenen Meßpunkten (Angaben in μm)

Größte Spaltbreite: 215 μm
 Kleinste Spaltbreite: 17 μm
 Mittlere Spaltbreite: 76,58 μm

E. Diskussion

Die besseren Ergebnisse bei gepreßten Jacketkronen dürften sowohl auf das Brennen auf Einbettmasse als auch auf die Anwendung des Preßdruckes zurückzuführen sein.

Die durch Anwendung von Platinfolie entstehenden Ungenauigkeiten (SOUTHAN und DREYER JØRGENSEN⁴⁴) fallen fort.

Die Schwindung beim Brand der keramischen Massen wird weitgehend kompensiert, da erst nach Beendigung der Sinterung gepreßt wird (DRÖGE¹¹). Nach HELLER²² hört der Volumenverlust auf, sobald ein gewisser Grad der Sinterung erreicht ist. Auch ILG³⁰ konnte bei zunehmendem Brandgrad nur noch "eine leicht zunehmende Schrumpfung der Porzellanmassen" feststellen, so daß auch beim folgenden Glanzbrand keine wesentlichen Volumenverluste mehr zu erwarten sind.

Eine beim DRÖGE-Verfahren bedeutende, zusätzlich auftretende Fehlerquelle dürfte in der geringen Härte der Einbettmasse liegen, die zum Teil schon beim Ausbrühen des Wachsmodelles kleine und kleinste Erosionen bedingte. Die Verwendung von "Waxit" im Überschuß hatte sogar ein Zerbröckeln der Einbettmasse zur Folge. Es wäre also eine Einbettmasse wünschenswert, die diesen Einflüssen einen größeren Widerstand entgegensetzt.

Eine eventuelle ungleichmäßig verlaufende Expansion der Einbettmasse (BEECK² und DREYER JØRGENSEN⁷) könnte weitere Ungenauigkeiten bewirkt haben.

Ebenso muß der Einfluß der beim Abkühlen des Wachses auftretenden Kontraktion (RIEDEL⁴⁰ und BEECK²) sowie eventueller Deformierungen beim Abziehen vom Stumpf berücksichtigt werden.

Diese Faktoren könnte man bei Verwendung eines "formstabilen Übertragungsnegatives" ausschalten, wie es JANKE³³ für den Präzisionsguß von Edelmetallen vorschlägt. Eventuell ist hierdurch eine weitere Steigerung der Präzision zu erreichen. Allerdings müßte dazu eine härtere Einbettmasse Verwendung finden.

Den Ergebnissen nach zu urteilen scheinen jedoch alle aufgeführten Fehlerquellen weniger gravierend zu sein als diejenigen, die auf Verwendung von Platinfolie zurückzuführen sind. Dies steht auch im Einklang mit den Ausführungen von SOUTHAN und DREYER JØRGENSEN⁴⁴, die die Platinfolie als entscheidende Fehlerquelle ansehen (siehe B. 1a).

Die an der Falzstelle ermittelte mittlere Spaltbreite war zwar erwartungsgemäß am größten ($81,5 \mu\text{m}$), aber dennoch kleiner als die hier vorliegende vierfache Folienstärke von $4 \times 27 \mu\text{m} = 108 \mu\text{m}$ erwarten ließ. Dies ist auch mit der Theorie von HILTEBRANDT^{24/25} nur teilweise zu erklären. Nach HILTEBRANDT läßt sich die Jacketkrone nach Entfernen der Platinfolie zwar um einen gewissen Betrag auf dem Stumpf "höher schieben"²⁴, kann aber bestenfalls an vier Punkten die Stufe erreichen (nämlich labial und palatinal an der höchsten, interapproximal an der jeweils tiefsten Stelle). Läge nun die Falzstelle

interapproximal am tiefsten Punkt, so wäre hier immer noch eine Spaltbreite von dreifacher Poliestärke (d.h. $81\text{ }\mu\text{m}$) zu erwarten. Da die Verfalzung aber nicht genau am interapproximal tiefsten Punkt liegt, müßte eine Spaltbreite $> 81\text{ }\mu\text{m} < 108\text{ }\mu\text{m}$ resultieren. Weil die mittlere (!) Spaltbreite hier aber nur $81,5\text{ }\mu\text{m}$ beträgt, d.h. also noch kleinere Meßwerte bei den einzelnen Kronen auftreten (s. Tabelle 2), ist zusätzlich anzunehmen, daß dieses vierfache Folienpaket beim Anpolieren infolge der Duktilität des Platins gewissermaßen 'flachgebügelt' wurde (ILG²⁹).

Die an den einzelnen Meßpunkten auftretenden Unterschiede in der durchschnittlichen Spaltbreite (an den interapproximal tiefsten Stellen und an der labial bzw. palatinal höchsten Stelle niedrigere Meßwerte als in der Umgebung) stehen in Übereinklang mit der Theorie von HILTEBRANDT^{24/25} bzw. bestätigen diese. Gepreßte Jacketkronen weisen diesen Spaltverlauf nicht auf.

Der gegenüber Jacketkronen wesentlich schlechtere Randschluß der gepreßten Inlays stimmt mit dem Hinweis von DRÖGE¹³ überein, daß die Paßgenauigkeit um so mehr nachläßt, je komplizierter die Form des Brenngutes ist. Der Verlauf des Inlayrandes ist ohne Zweifel komplizierter gestaltet als der einer Jacketkrone. DRÖGE¹³ empfiehlt daher auch bei Inlays das Unterlegen von Platinfolie (Rand bleibt frei), um das Eingliedern zu erleichtern. Außerdem nehmen die Ungenauigkeiten mit abnehmender Größe des Inlays zu (DRÖGE¹³), worauf auch

schon RING⁴² und ILG²⁸ bei herkömmlichen Porzellaninlays hinweisen. Ein Molareninlay in gleicher Präparationsweise läßt sich demnach leichter und zufriedenstellender anfertigen als ein Prämolareninlay. So konnte ich bei DRÖGE mehrere Molareninlays mit gutem Randschluß begutachten.

Der schlechte Randschluß läßt sich m.E. nicht durch die Kontraktion des Waxes beim Erstarren (BEECK², RIEDEL⁴⁰) erklären, da alle Wachsmodellationen mittels Lupe überprüft wurden und ein Randspalt in diesem Stadium nicht erkennbar^a war.

Ein Verziehen des Wachsmodells in diesem Ausmaß erscheint auch als unwahrscheinlich, da sich zum einen sämtliche Wachsmodellationen ohne Widerstand vom Stumpf abziehen ließen, zum anderen das relativ spröde "Prepon-Wachs" Verwendung fand.

Nach BREUSTEDT⁵ liegen bei herkömmlichen Porzellaninlays die Zonen schlechten Randschlusses approximal. Die Tatsache, daß die Meßwerte bei den gepreßten Inlays approximal relativ klein, an der Kaukante aber verhältnismäßig groß sind, deutet daher auf eine ungleichmäßige Expansion der Einbettmasse hin, die möglicherweise durch das Einlegen der U-förmigen Drahtverstärkung zu erklären ist. Andererseits ist ein Verzicht auf diese Drahteinlage kaum möglich, da hierbei die relativ weiche Einbettmasse zu leicht beim Ausbrühen zerbröckelt.

Die beim Ausbrühen häufig entstehenden, oft kaum erkennbaren kleinen Erosionen dürften weitere Ungenauigkeiten bedingen.

Der Diskussion der Ergebnisse aus klinischer Sicht sei vorangestellt, daß die Resultate bei direkt auf den Metallstümpfen hergestellten, noch nicht einzementierten Porzellan-kronen und -inlays gewonnen wurden; d.h., die bei der Abdrucknahme, Arbeitsmodellherstellung und Einzementierung zusätzlich auftretenden Ungenauigkeiten bleiben hier unberücksichtigt.

Nach REHBERG³⁸ stellt der erzielte Randschluß gleichsam eine Qualitätsbeurteilung für ein Füllungsmaterial dar. Ein größerer Randspalt begünstigt

1. das Wiederauftreten einer kariösen Läsion
2. parodontale Schädigungen direkt oder durch Speiseretention indirekt und
3. steigt die Auflösungsgeschwindigkeit des Zementes mit der dritten Potenz der Spaltbreite an (KNAPPWOST³⁷).

Die in der Literatur an den Randschluß gestellten Ansprüche sind unterschiedlich:

DREYER JØRGENSEN^{7/9} fordert bei Füllungen einen Spalt $< 50 \mu\text{m}$ zwischen Zahn und Füllung, $30 - 50 \mu\text{m}$ seien vertretbar. Derselbe Autor¹⁰ konnte bei Amalgamfüllungen mit einer Spaltbreite $> 50 \mu\text{m}$ Sekundärkaries feststellen; kleinere Spaltbreiten hatten keine kariösen Veränderungen zur Folge. Diese Feststellung gelte vermutlich auch für andere Werkstoffe¹⁴. Bei Jacketkronen sollte der Spalt $100 \mu\text{m}$ nicht überschreiten (SOUTHAN und DREYER JØRGENSEN⁴⁴). RIEDEL⁴⁰ hingegen hält die

50 μm -Grenze für hypothetisch. Um dem Praktiker einen greifbaren Größenvergleich zu geben, sei an dieser Stelle auf die Untersuchungsergebnisse von REHBERG³⁸ hingewiesen:

"Die Erkennbarkeit eines dunklen Spaltes zwischen Kronenrand und Schmelz mit bloßem Auge liegt bei ca. 15 bis 20 μ , also etwa der halben Dicke eines dünnen Haares." Mit einer neuen Sonde "lassen sich Spalten von 10 bis 20 μ ... feststellen, wenn die Ränder sehr scharfkantig sind."³⁸

Ein Vergleich der Ergebnisse mit o.a. Anforderungen zeigt:

1. Die gepreßten Jacketkronen erfüllen bezüglich der kleinsten (3 μm) und der mittleren Spaltbreite (34,41 μm) die 50 μm -Forderung; selbst die größte gemessene Spaltbreite liegt mit 104 μm nur wenig über der 100 μm -Grenze.
2. Bei den auf Platinfolie gebrannten Kronen liegt die kleinste Spaltbreite (12 μm) und die mittlere Spaltbreite (43,95 μm) unterhalb der 50 μm -Grenze, die größte gemessene Spaltbreite (125 μm) über der 100- μm -Grenze. Die Spaltbreite an der Falzstelle, die unter den einzelnen Meßpunkten den größten Mittelwert (81,5 μm) einnimmt, liegt noch deutlich unter 100 μm .

Sowohl die gepreßten als auch die auf Platinfolie gebrannten Jacketkronen erfüllen also im wesentlichen die Forderungen von DREYER JØRGENSEN und sind daher im Hinblick auf eine sekundäre Randkaries nach den Feststellungen dieses Autors als relativ ungefährdet zu werten.

3. Anders verhält es sich bei den Inlays:

Die kleinste gemessene Spaltbreite ($17\text{ }\mu\text{m}$) liegt zwar unterhalb der $50\text{ }\mu\text{m}$ -Grenze, eine mittlere (!) Spaltbreite von $76,58\text{ }\mu\text{m}$ und ein Höchstwert von $215\text{ }\mu\text{m}$ sind aber als prognostisch ungünstig anzusehen.

Geht man davon aus, daß bei der Versorgung eines Patienten mit gepreßten MOD-Porzellaninlays sich die Präparation immer über die Kaukante erstrecken muß, da sich reine MOD-Porzellaninlays einerseits schlecht pressen lassen und andererseits auch dem Kaudruck nur schwerlich standhalten könnten, so bedeutet dies in vielen Fällen einen unnötigen Verlust an Zahnschubstanz, der sich bei Verwendung einer MOD-Goldgußfüllung ohne Kaukante vermeiden ließe.

SOBKOWIAK⁴³ konnte bei direkt modellierten MOD-Goldgußfüllungen (ohne Kaukante) eine mittlere Randspaltbreite von $33,85\text{ }\mu\text{m}$ und eine maximale Spaltbreite von $53\text{ }\mu\text{m}$ beobachten. Nach den von RIEDEL⁴⁰ ebenfalls an direkt modellierten MOD-Goldinlays durchgeführten Untersuchungen liegt die mittlere okklusale Spaltbreite bei $37\text{ }\mu\text{m}$ und die mittlere zervikale Spaltbreite bei $71,4\text{ }\mu\text{m}$. Daraus ergibt sich ein Mittelwert von $54,2\text{ }\mu\text{m}$. Diese Werte liegen also deutlich unter den bei den gepreßten Porzellaninlays beobachteten Spaltbreiten und stehen somit in Übereinklang mit der Feststellung von HUNKIRCHEN²⁷, ILG²⁸, JENTZSCH³⁴ und ZEIDLER⁴⁶, wonach der Randschluß einer Goldgußfüllung immer dem einer Porzellanfüllung überlegen ist.

Unter diesem Aspekt ist zu überlegen, ob man bei MOD-Prämolareninlays nicht einer Goldgußfüllung und damit einer längeren Haltbarkeit den Vorzug geben sollte, zumal kosmetische Gesichtspunkte im Seitenzahnbereich nur noch eine untergeordnete Rolle spielen.

Zur Kritik der vorliegenden Arbeit sei folgendes gesagt:

1. Da die Meßergebnisse bei Kronen und Inlays ohne Anfertigung eines Abdruckes und eines Arbeitsmodelles aus Hartgips gewonnen wurden, bleiben die durch diese beiden Faktoren auftretenden Ungenauigkeiten unberücksichtigt. Dies geschah aber bewußt, da das Ziel der Untersuchungen primär eine Beurteilung der im DRÖGE-Verfahren erreichbaren Paßgenauigkeit war, nicht aber eine Beurteilung des sich bei Zwischenschaltung eines Abdruckes und eines Arbeitsmodelles ergebenden Randschlusses, der je nach der Wahl des Abdruckmaterials und des Modellmaterials verschieden gut ausfallen muß.
2. Aus den gleichen Gründen blieb auch der Zementfaktor unberücksichtigt.
3. Vergleichsmessungen an in herkömmlicher Brennweise hergestellten Porzellaninlays unterblieben, da keramische Inlays in der angeführten Präparationsform von den meisten Autoren von vornherein für kontraindiziert erachtet werden, sei es wegen des wenig befriedigenden Randschlusses (BREUSTEDT⁵, JENTZSCH³⁴, ZEIDLER⁴⁶) oder aber wegen der auftretenden Kaubelastungen (BREUSTEDT⁵, REICH³⁹). Für gepreßte Inlays

sieht DRÖGE^{12/13} den Faktor der auftretenden Kaukräfte als zweitrangig an, da das Porzellan beim Pressen hoch verdichtet wird und somit innerhalb gewisser Grenzen außerordentlich widerstandsfähig sei. Aus diesem Grunde kann DRÖGE auch Inlays im Molarenbereich - günstige Bißverhältnisse vorausgesetzt - herstellen und eingliedern.

4. Die bei den gepreßten Porzellaninlays erzielten Ergebnisse gelten nur für die o.a. Präparationsform und ausschließlich für Prämolaren. Für gepreßte Molareninlays scheinen die Voraussetzungen günstiger zu sein, zumal ich bei DRÖGE Molareninlays mit erstaunlich guter Paßgenauigkeit begutachten konnte.

F. Zusammenfassung

Untersucht wurde der Randschluß von je 16 im Porzellan-Preß-Verfahren (DRÖGE) hergestellten Mantelkronen und Inlays (MOD-Präparation nach BLACK mit labialer und palatinaler Kaukante für Prämolaren) sowie von sechs im herkömmlichen Verfahren auf Platinfolie gebrannten Jacketkronen. Die Prüfung des Randschlusses erfolgte durch Ausmessen der Breite des Randspaltes mit dem Meßmikroskop.

1. Die besten Meßergebnisse zeigten die im Porzellan-Preß-Verfahren angefertigten Kronen mit einer mittleren Spaltbreite von $34,41\text{ }\mu\text{m}$, bei einer kleinsten Spaltbreite von $3\text{ }\mu\text{m}$ und einem größten Spalt von $104\text{ }\mu\text{m}$.
2. Bei auf Platinfolie gebrannten Porzellankronen betrug die mittlere Spaltbreite $43,95\text{ }\mu\text{m}$, die kleinste $12\text{ }\mu\text{m}$ und die größte $125\text{ }\mu\text{m}$.
3. Die Unterschiede zwischen beiden Verfahren bezüglich der mittleren und kleinsten Spaltbreite waren signifikant. Nicht signifikant war der Unterschied bei den Maximalwerten in beiden Verfahren.
4. Bei den Porzellaninlays (DRÖGE-Verfahren) für Prämolaren ergab sich bei einer größten Breite des Randspaltes von $215\text{ }\mu\text{m}$ und einer kleinsten von $17\text{ }\mu\text{m}$ eine mittlere Spaltbreite von $76,58\text{ }\mu\text{m}$.
5. Bemerkenswerte Einzelbeobachtungen sind:
 - a) Bei auf Platinfolie gebrannten Jacketkronen ist der Randspalt an der Falzstelle mit durchschnittlich $81,5\text{ }\mu\text{m}$ am größten.

- b) Die Ausprägung des Randspaltes bei diesen in herkömmlicher Technik hergestellten Kronen steht mit der Theorie von HILTEBRANDT^{24/25} im Einklang, nach der an den interapproximal tiefstgelegenen sowie an den labial und palatal am höchsten gelegenen Stellen des Kronenrandverlaufes die kleinsten Spaltbreiten zu erwarten sind.

G. Literaturverzeichnis

- 1 AHRENDT: Erfahrungen mit Elguß. Elektrischer Porzellan-Schleuderguß. Zahnärztl. Rdsch. 46, 340 ff. (1937)
- 2 BEECK, K.-H.: Prüfungsergebnisse zahnärztlicher Gußverfahren und ihre praktische Auswertung. Dtsch. zahnärztl. Z. 13, 470 ff. (1958)
- 3 BEHRMANN, B.: Das Porzellaninlay. Diss. Rostock 1968
- 4 BONSACK, Ch.: Der heutige Stand des Gußproblems. Dtsch. zahnärztl. Z. 8, 8 (1953)
- 5 BREUSTEDT, A.: Zahnärztliche Keramik. 2. Aufl. VEB Verlag Volk und Gesundheit, Berlin (1968)
- 6 CLAUS, G. und EBNER, H.: Grundlagen der Statistik für Psychologen, Pädagogen und Soziologen. Harri Deutsch, Frankfurt am Main und Zürich (1972)
- 7 DREYER JØRGENSEN, K.: Prüfungsergebnisse zahnärztlicher Gußverfahren. Dtsch. zahnärztl. Z. 13, 461 ff. (1958)
- 8 DREYER JØRGENSEN, K.: zit. bei BEECK²
- 9 DREYER JØRGENSEN, K.: zit. bei RIEDEL⁴⁰
- 10 DREYER JØRGENSEN, K.: zit. bei EINFELDT¹⁴
- 11 DRÖGE, G. G. J.: Die Porzellan-Preß-Technik. Zahnärztl. Welt 78, 682 ff. (1969)
- 12 DRÖGE, G. G. J.: Die Porzellan-Preßtechnik. Quintessenz 22, H. 7, 53 ff. (1971)

- 13 DRÖGE, G. G. J.: Persönliche Mitteilungen
- 14 EINFELDT, H.: Paßgenauigkeit gegossener Metallarbeiten. Dtsch. zahnärztl. Z. 24, 1088 (1969)
- 15 ELSNER-HAHN, W.: Ein Vergleich des indirekten Verfahrens mit dem neuen laborgerechten Verfahren für den Präzisionsguß von Edelmetallen. Geprüft wurde der Randschluß von Kronen, die nach beiden Verfahren angefertigt wurden. Diss. Marburg 1969
- 16 FEHR, C. U.: Porzellanarbeiten. In: HÄUPL-MEYER-SCHUCHARD: Handbuch der Zahnheilkunde IV. Urban & Schwarzenberg, München (1956)
- 17 FRITZSCHE, C.: Der elektrische Porzellanschleuder- guß. Zahnärztl. Rdsch. 44, 1254 ff. (1935)
- 18 GARDNER, D. S.: Porcelain inlays and corner restau- rations. Dent. Cosm. 77, 431 ff. (1935)
- 19 GEYER, C. F.: Das Keramik-Preßverfahren nach Dröge. Korrespbl. f. Zahnärzte 66, 279 ff. (1942)
- 20 GRAWINKEL, C. J.: Über das Gießen von Porzellan. Dtsch. Vjschr. Zahnheilk. 37, 79 ff. (1921)
- 21 GUTOWSKI, A.: Die Porzellanmantelkrone. Zahnärztl. Prax. 18, 33 ff. (1967)
- 22 HELLER, J.: Die Vorgänge während des Brandes an selbstgebrannten Porzellan-Körpern unter besonderer Berücksichtigung der Volumenänderung. Diss. München (1938)

- 23 HILL, P. K.: The baked porcelain inlay. J. Amer. dent. Ass. 24, 1940 ff. (1937)
- 24 HILTEBRANDT, C.: Die Bedeutung der Platinkappe für das Brennen von Porzellankronen mit und ohne Schulter. Dtsch. zahnärztl. Wschr. 40, 921 (1937)
- 25 HILTEBRANDT, C.: Die Bedeutung der Stufe für die Haltbarkeit der Mantelkrone. Dtsch. zahnärztl. Wschr. 42, 732 ff. (1939)
- 26 HINTENBERGER-SCHMIDTMANN, U.: Jacketkrone und Neobrillat. Dtsch. zahnärztl. Wschr. 42, 979 f. (1939)
- 27 HUNKIRCHEN, M.: Eine Lanze für das Porzellaninlay. Zahnärztl. Welt 63, 543 ff. (1962)
- 28 ILG, V. K.: Porzellanfüllungen. Dtsch. zahnärztl. Wschr. 39, 516 ff. (1936); 39, 563 ff. (1936); 39, 592 ff. (1936)
- 29 ILG, V. K.: Platinmatrize für Jacket-Kronen. Dtsch. zahnärztl. Wschr. 39, 289 (1936)
- 30 ILG, V. K.: Untersuchungen über die Festigkeit und die Schrumpfung von Porzellanmassen. Dtsch. zahnärztl. Z. 2, 429 ff. (1947)
- 31 ILG, V. K.: Zahnärztliche Keramik. 3. Aufl., Carl Hanser Verlag, München (1949)
- 32 ILG, V. K.: Die Herstellung eines einfachen Porzellaninlays. Dtsch. zahnärztl. Z. 5, 57 ff. (1950)

- 33 JANKE, G.: Ein neues laborgerechtes Verfahren für den Präzisionsguß von Edelmetallen. Dtsch. Zahnärztebl. 20, 413 ff. (1966)
- 34 JENTZSCH, R. H.: Der Werkstoff "Porzellan" und seine Verwendung in der zahnärztlichen Prothetik. Diss. Münster 1939
- 35 KAISER: zit. bei GRAWINKEL²⁰
- 36 KINZER, R. L.: Porcelain inlays fabricated with a new high-heat refractory investment. J. prosth. Dent. 14, 980 ff. (1964)
- 37 KNAPPWOST: zit. bei REHBERG³⁸
- 38 REHBERG, H. J.: Exakter Randschluß - was ist das? Dtsch. zahnärztl. Z. 26, 696 ff. (1971)
- 39 REICH, H.: Das gebrannte Porzellaninlay. Dtsch. zahnärztl. Z. 20, 594, (1965)
- 40 RIEDEL, H.: Die Gußfüllung und die gepreßte Kunststoff-Füllung. Dtsch. zahnärztl. Z. 20, 558 ff. (1965)
- 41 RING, A. L.: Porzellanverarbeitung unter besonderer Berücksichtigung des Vakuum-Brennverfahrens. Zahnärztl. Welt 61, 529 ff. (1960)
- 42 RING, A. L.: Das Porzellaninlay. Zahnärztl. Prax. 17, 73 ff. (1966)
- 43 SOBKOWIAK, E.-M.: Klinische und experimentelle Untersuchungen zur Paßfähigkeit des Inlays. Dtsch. Stomat. 14, 569 ff. (1964)

- | | | |
|----|--|---|
| 44 | SOUTHAN, D. E. und
DREYER JØRGENSEN, K. D.: | Precise porcelain jacket crowns.
Aust. dent. J. H. 8, 269 ff.
(1972) |
| 45 | WITTNER, H.: | Die Herstellung von Porzellan-
füllungen ohne Folie. Dtsch.
zahnärztl. Wschr. 35, 412 ff.
(1932) |
| 46 | ZEIDLER, W.: | Porzellan in der Zahnheilkunde.
Unter besonderer Berücksichtigung
der neuen kleinkeramischen Massen.
Diss. Düsseldorf 1951 |

Lebenslauf

Am 22. Januar 1949 wurde ich, Heinz Jürgen Kurreck, als erstes Kind des Sparkassenangestellten Friedrich Kurreck und seiner Ehefrau Wilhelmine, geb. Krämer, in Offenbach am Main geboren.

Nach vier Volksschuljahren besuchte ich von Ostern 1959 bis Juni 1967 (Reifeprüfung) den altsprachlichen Zweig der Leibniz-Schule in Offenbach.

Im Wintersemester 1967 begann ich an der Philipps-Universität in Marburg das Studium der Zahnheilkunde. Hier legte ich im Oktober 1968 die naturwissenschaftliche und im Oktober 1970 die zahnärztliche Vorprüfung ab und bestand am 2.7.1973 das Staatsexamen.

Meine akademischen Lehrer in Marburg waren die Damen und Herren Professoren und Dozenten:

Amon, Aurich, Bernhardt, Castenholz, Dimroth, Goebell, Haan, Hennis, Hering, Heuser, Hohorst, Hort, Janke, Karlson, Keil, Koch, Koecke, Korb, Kühnel, Mahr, Niemeyer, Nöth, Oehmig, Pantke, Petry, Pfütz, Riecken, Rohen, Rosemann, Rupec, Schiff, Schimassek, Schmidt, Schnell, Seidel, Sekeris, Streicher, Stuke, Vogt, Walcher, Wesemann, Wiegandt, Zilliken.

Herrn Professor Dr. med. dent. G. Janke möchte ich für die Themenstellung und seine Unterstützung meinen ganz besonderen Dank aussprechen.

Ebenso gebührt Herrn Professor Dr. med. dent. H. Schnell Dank für seine Bemühungen als Korreferent.

Herrn G.G.J. Dröge und Frau Gehrke danke ich für die technischen Ratschläge, Herrn Wanger für die Herstellung der auf Platinfolie gebrannten Jacketkronen und Herrn Dr. med. G. Himmelmann für die statistische Beratung.

Herrn Prochazka bin ich für die Zeichnungen und graphischen Darstellungen und Frau Lotz für das Anfertigen der Fotografien zu großem Dank verpflichtet.

